

Aplicaciones de la percepción remota a la humedad del suelo y la evapotranspiración

Sesión dos: Aplicaciones de datos de SMAP

Vanessa M. Escobar

Coordinadora de aplicaciones de la misión de SMAP, NASA GSFC/SSAI

8 de septiembre 2016

Bosquejo

- Panorama de Ciencias aplicadas de la NASA
- Panorama de la misión de SMAP
- Aplicaciones de la misión de SMAP
- Programa de primeros en adoptar
- Muestras de aplicaciones de datos de SMAP
- Oportunidad de preguntas y discusión

Misiones e instrumentos de ciencias terrestres

- Formulation
- Implementation
- Primary Ops
- Extended Ops

Instrumentos de ciencias terrestres en ISS:

- RapidScat, CATS
- LIS, SAGE III, TSIS-1, OCO-3
- ECOSTRESS, GEDI, CLARREO-PF



¿Para qué medir la humedad del suelo?

- Es el factor limitante principal de la productividad agrícola en gran parte del mundo.
- La humedad del suelo tiene un impacto sobre la evaporación y la partición de calor entre calor sensible y calor latente y afecta los pronósticos meteorológicos.
- Los modelos dinámicos de vegetación global, los cuales suplen el presupuesto de CO₂, dependen de la humedad del suelo en la zona de raíces.



SUELO HUMEDO, MENOS REFLECTIVO

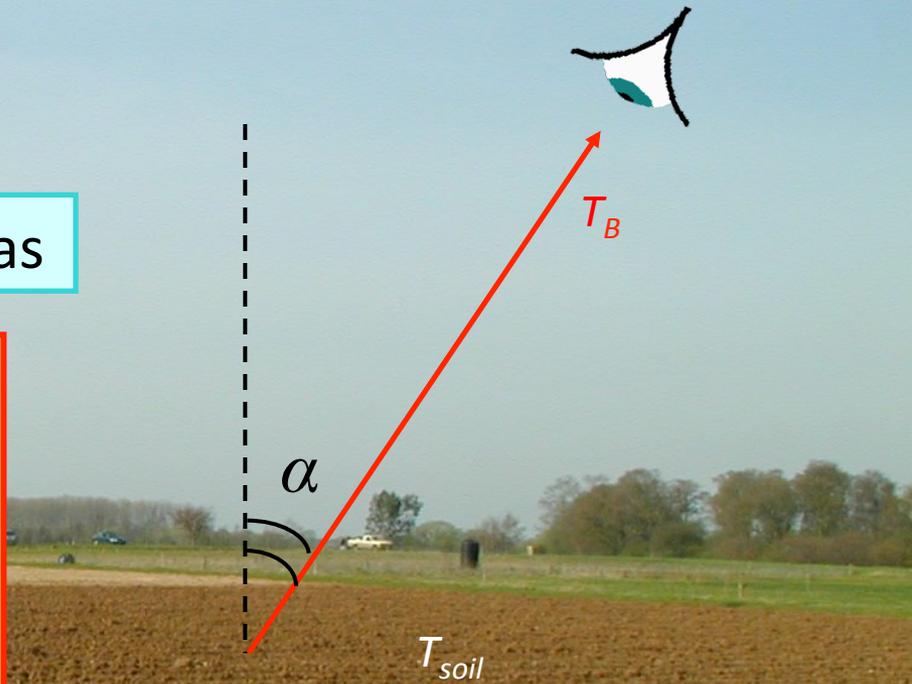
SUELO SECO, MÁS REFLECTIVO

$$T_B = \varepsilon_{soil} \cdot T_{soil}$$

Temperatura luminosa de microondas

La emisividad del suelo ε_{soil} depende de...

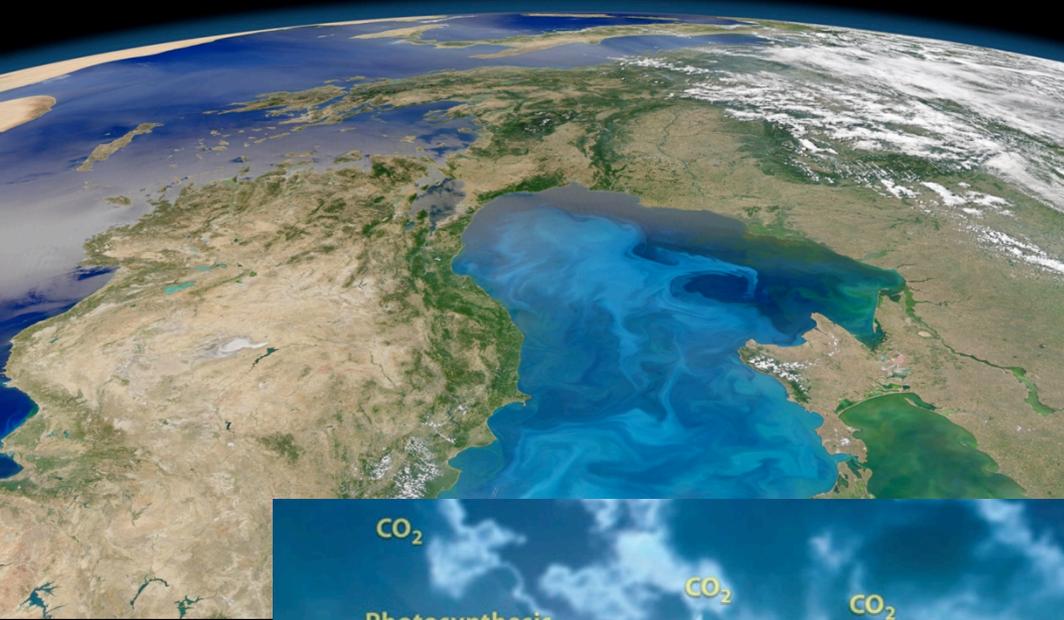
1. El ángulo de mirada α
2. La polarización de la radiación
3. El constante dieléctrico del suelo, el cual depende de la humedad y textura del suelo



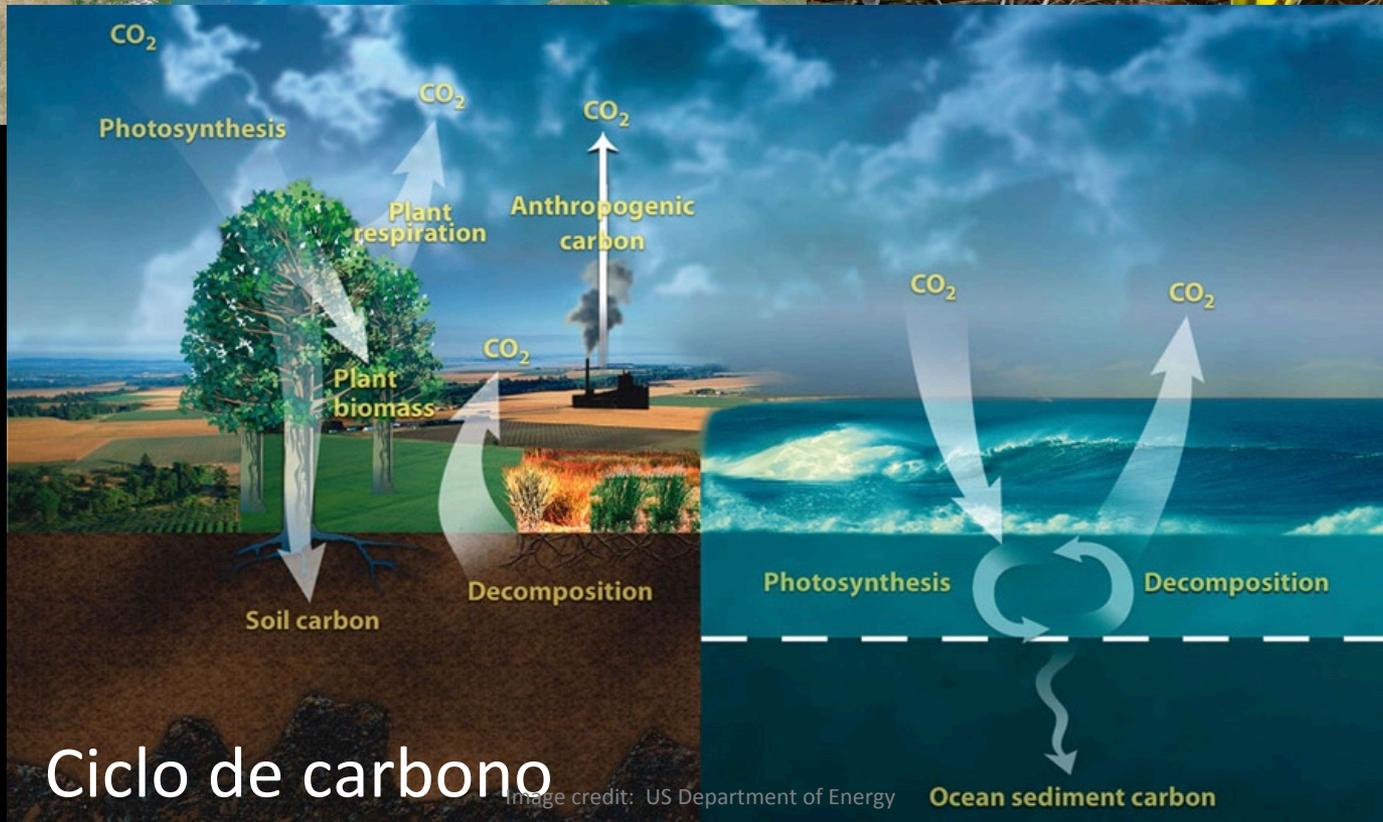
Por lo tanto, si sabemos el constante dieléctrico del suelo, podemos usar una relación estándar para calcular la humedad del suelo...



Aguas terrestres



Energía



Ciclo de carbono

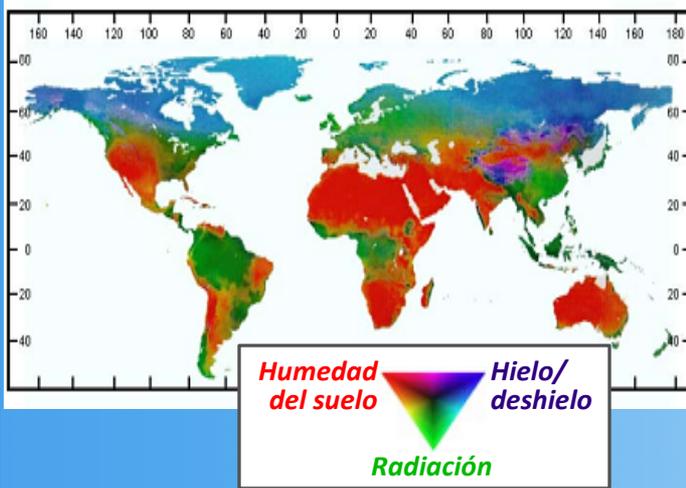
Image credit: US Department of Energy

Ocean sediment carbon

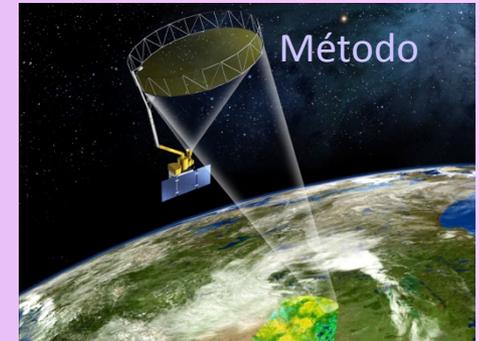
Rendimientos científicos y de aplicaciones de SMAP

Redimientos científicos

La humedad del suelo *vincula* los ciclos globales de aguas terrestres, energía y carbono

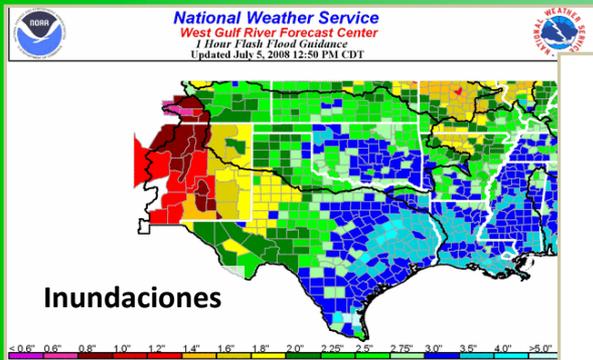


1. Estima los flujos globales de aguas superficiales y energía
2. Cuantifica el flujo neto de carbono en tierras boreales
3. Reduce la incertidumbre de pronósticos de modelos climáticos

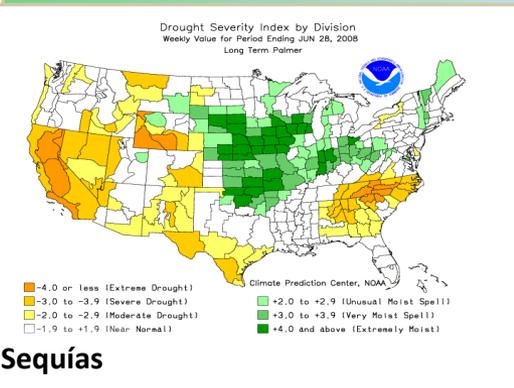


Banda L (~21 cm; toda condición meteorológica; penetra el dosel; profundidad sensorial)

Rendimientos de aplicaciones



Inundaciones



Sequías

4. Mejores pronósticos meteorológicos
5. Mejoras de pronósticos de inundaciones y monitoreo de sequías

Antena de 6m de escaneo cónico (14 rpm) para barrido de 1000 km

Cobertura global cada 2-3 días

SMAP

Measurement Approach

Instruments:

El día 7 de julio el radar de SMAP dejó de transmitir debido a un problema de suministro de energía.

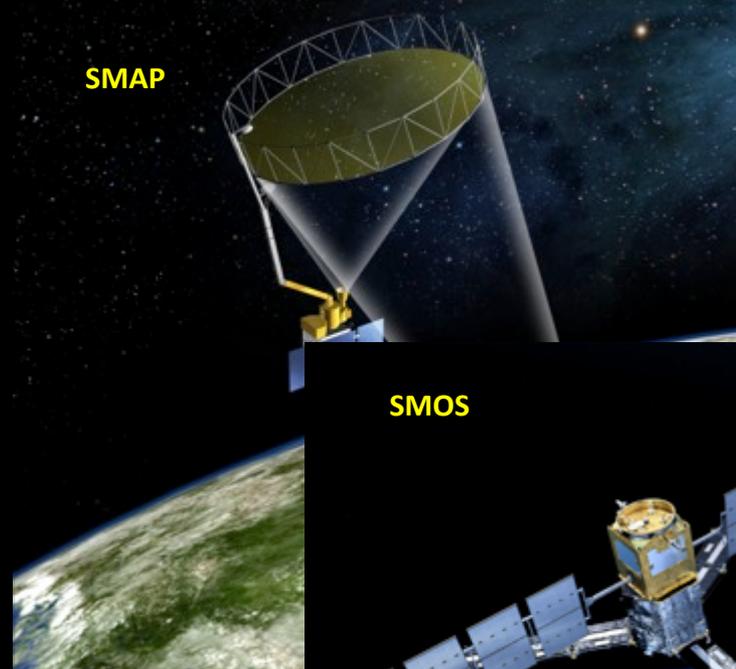
El subsistema de radar ya no está disponible.

El radiómetro continúa a producir datos.

- Real-aperture mode: 30 x 6 km resolution
- **Radiometer: L-band (1.4 GHz)**
 - Moderate resolution, high accuracy soil moisture
 - 40 km resolution (3dB) resolution
- **Shared Antenna**
 - 6-m diameter deployable mesh antenna
 - Conical scan at 13-14 rpm
 - Constant incidence angle: 40 degrees
 - 1000 km-wide swath
- Sun-synchronous orbit
- 6 am local time descending
- 6 pm local time ascending
- 685 km altitude
- Global coverage once every three days
- **Mission Operations:**
 - 3-year baseline mission (enough fuel for 5 year)

SMAP- Lecciones aprendidas

- Mejores retos de RFI aprendidos de SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity Satellite de ESA)
- Productos de alta resolución y alta exactitud debido al radiómetro y radar combinados
- Al usar la banda L
 - Mejoras de los instrumentos de banda C (SMMR)
 - Penetración del suelo más profunda (de 1cm a 5 cm)
 - Mejor percepción sobre áreas de vegetación



- Ángulo de incidencia fijo (40 grados) para percepción mejorada sobre vegetación.
- Escaneo cónico, barrido contiguo de 1000 km revisita de 2-3 días
- Trabajando con la misión de SMOS para la continuidad de aplicaciones de la humedad del suelo

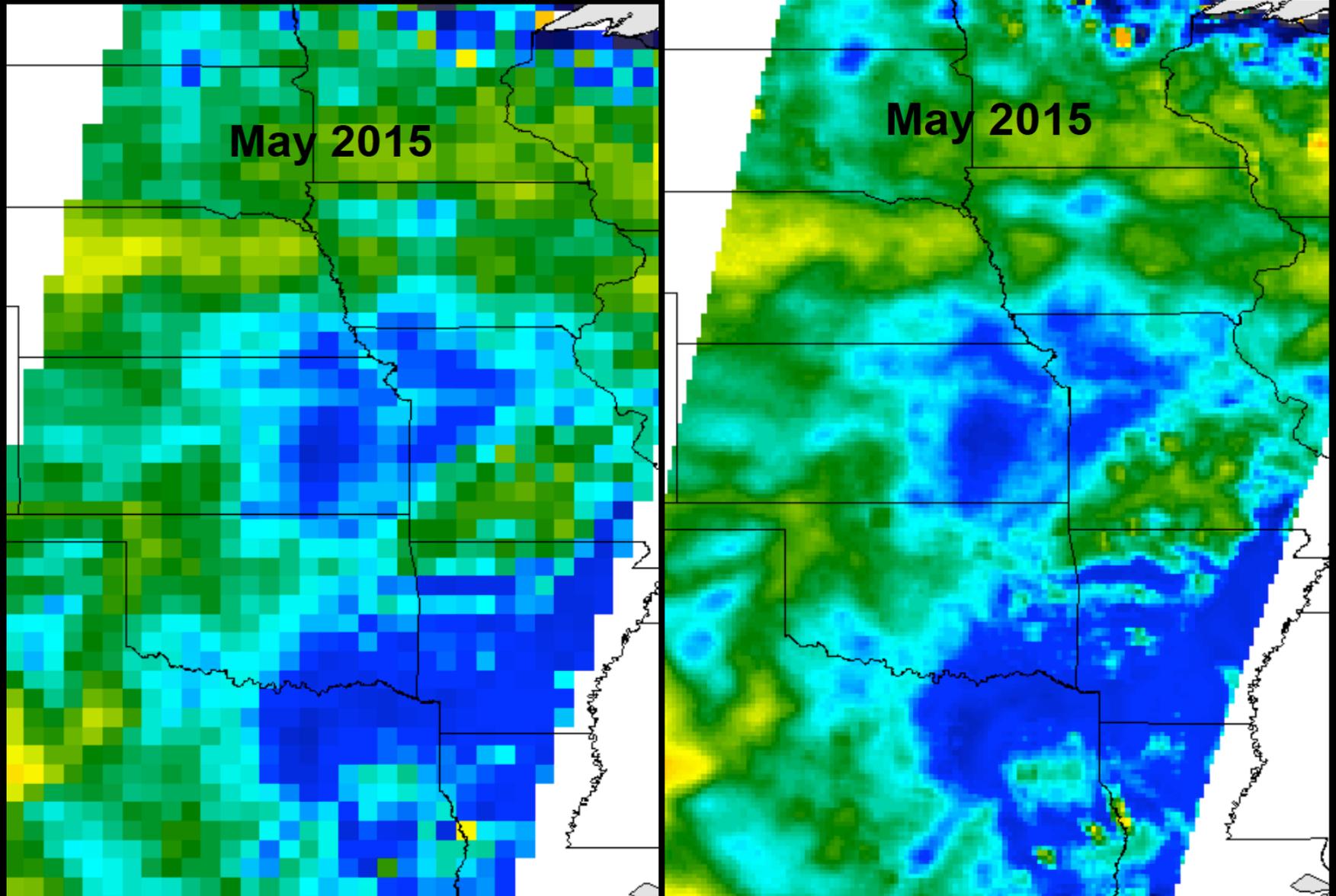
Panorama de estatus de misión post-radar

- SMAP se lanzó el 31 de enero de 2015
- La adquisición de datos científicos comenzó en abril 2015
- El radiómetro y el radar de SMAP trabajaron conjuntamente con mucho éxito
- El radar de SMAP se descompuso el 7 de julio de 2015 y actualmente se encuentra inoperable
- El producto SMAP Beta se lanzó al público el 31 de octubre de 2015
- La adquisición de datos científicos de SMAP cumplió un año en abril de 2016
- Productos validados por SMAP publicados el 30 de abril de 2016
- Los datos de SMAP ahora están disponibles al público gratuitamente a través del NASA DAAC en el NSIDC

SMAP- productos de misión

Producto	Descripción	Cuadrícula (Resolución)	Latencia**	
L1A_Radiómetro	Radiómetro en orden temporal	-	12 hrs	Datos de instrumentos
L1B_TB	Radiómetro T_B en orden temporal	(36x47 km)	12 hrs	
L1C_TB	Radiómetro T_B en media-órbitas	36 km	12 hrs	
L2_SM_P	Humedad del suelo (Radiómetro)	36 km	24 hrs	Datos científicos (media-órbita)
L3_SM_P	Humedad del suelo (Radiómetro)	36 km	50 hrs	Datos científicos (compuestos diarios)
L4_SM	Humedad del suelo (superf. y zona de raíces)	9 km	7 days	científicos de valor agregado
L4_C	Interc. ecosistémico neto de carbono (NEE)	9 km	14 days	

Productos mejorados por SMAP



Suite de productos mejorados

Producto	Fuente	Descripción	Resolución publicada
L2_SM_P AM/PM L3_SM_P AM/PM	L1C_TB	L2_SM_P estándar con marcado pasivo de FT, datos de AM y PM, con L3_SM_P ascendiente/descendiente	36 km
L3_FT_P	L1C_TB	FT pasivo recuperado en cuadrícula polar norte de L1C_TB estándar	36 km
L1B_TB_E	L1B_TB	Temperaturas luminosas en una cuadrícula a lo largo de/ transversal al barrido; Ta interpolado con Backus-Gilbert	3 km
L1C_TB_E	L1B_TB->FG L1B_TB_E->BG	Tb en cuadrícula EASE usando Tb interpolado con Backus-Gilbert (BG) y algoritmo de procesamiento de cuadrícula fina (FG)	9 km
L2_SM_P_E	L1C_TB_E	SM recuperado en cuadrícula EASE de 9 km	9 km
L3_SM_P_E	L2_SM_P_E	SM diario recuperado en cuadrícula EASE	9 km
L3_FT_P_E	L1C_TB_E	FT diario boreal pasivo de L1C_TB_E	9 km
L3_S0_S1	Sentinel 1	Sigma0 diario preprocesado de Sentinel 1A/1B	1 km
L3_SM_SP	L3_SM_P L3_S0_S1	SM recuperado por SMAP/Sentinel activo-pasivo	3 km/9 km

Resumen de productos mejorados

- Los productos validados por SMAP ya han sido lanzados y cumplen con los requisitos de la misión.
- La misión de SMAP cumplió un año en abril 2016
- Los productos mejorados por SMAP están siendo probados y son prometedores. Esperan lanzarse para diciembre de 2016.

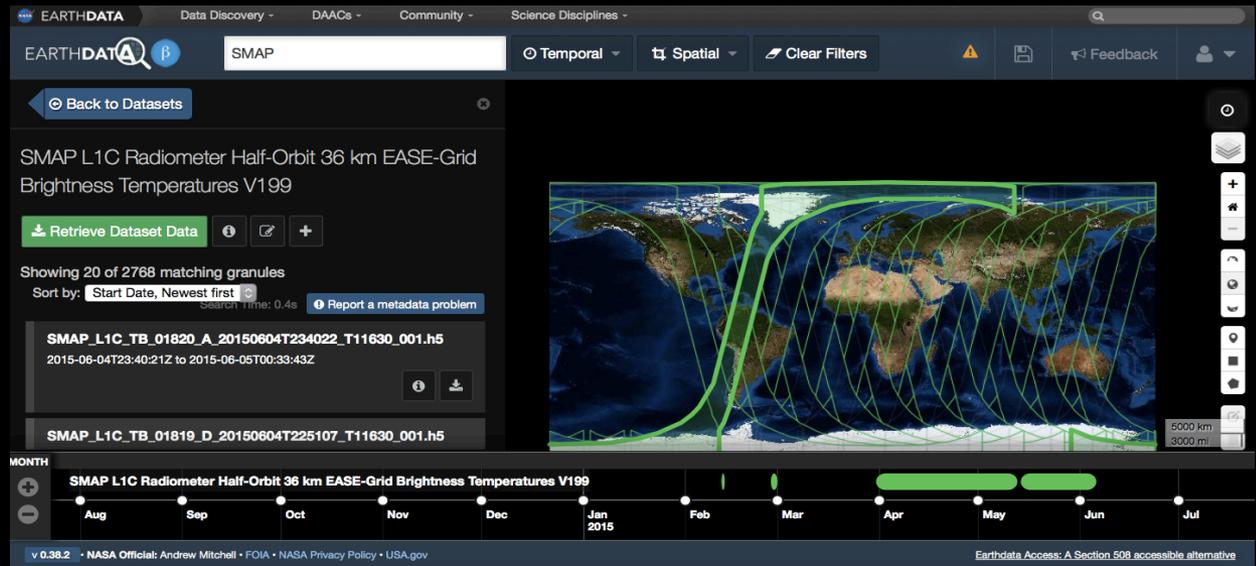
¿Dónde obtener los datos?



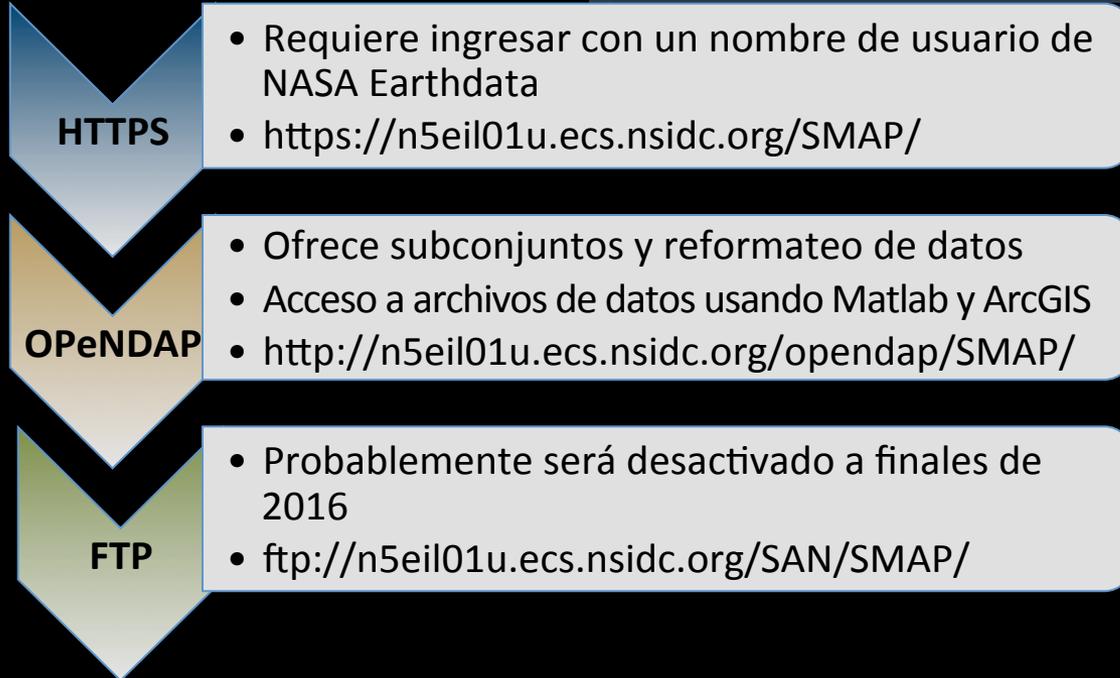
Cómo acceder a los datos de SMAP

NSIDC.org/data/smap

ASF.alaska.edu/smap/



Acceso directo a datos

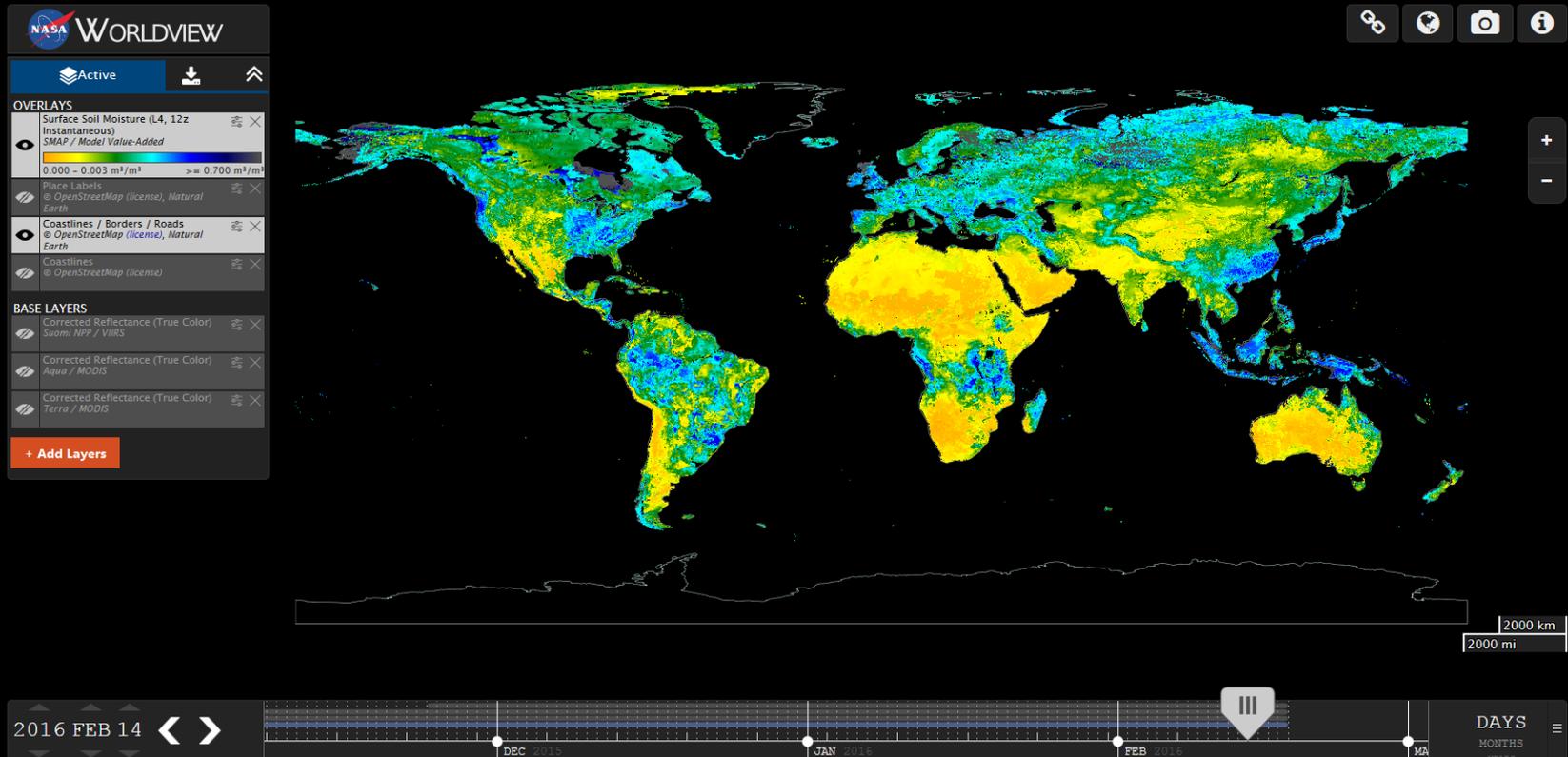


Buscar y ordenar

Los datos de SMAP distribuidos por ASF y NSIDC DAACs, así como todos los datos de ciencias terrestres de la NASA, pueden ser descubiertos y descargados por clientes de NASA Reverb y Earthdata Search.

<http://reverb.echo.nasa.gov>
<https://search.earthdata.nasa.gov>

Visualización de datos de SMAP



Worldview de la NASA ofrece navegación interactiva y descarga de imágenes de la NASA de resolución completa así también como acceso a los datos originales.

Los parámetros e indicadores de calidad de SMAP están disponibles como niveles de imágenes en Worldview.

<http://earthdata.nasa.gov/labs/worldview>

Servicios de datos de SMAP

Servicios disponibles a pedido

- Disponibles para productos de Nivel 1C de radiómetro, de Nivel 2, 3 y 4
- Acceso a través de Reverb y Earthdata Search

Formación de subconjuntos

- Parámetro
- Área espacial

Reformateo

- KML
- GeoTIFF
- ASCII
- NetCDF
- HDF-EOS

Reproyección

- Geográfica
- Lambert
- Polar estéreo
- Sistema estatal Mercator
- transversal UTM

Herramientas

- Enlaces a herramientas de HDFView, EASE-Grid y Panoply
- Muestras de código Matlab, Python, IDL y NCL del the HDF Group.

Apoyo al usuario

- Preguntas frecuentes e instrucciones
- Apoyo personalizado para usuarios de datos con datos y herramientas de SMAP.
 - <https://nsidc.org/data/smap>
 - Correo electrónico: nsidc@nsidc.org

Ésta es toda la información de base que
necesitamos por ahora....



APLICACIONES

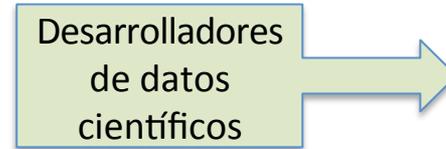
No creo que signifique lo que tú crees que significa.

Cómo se percibe el desarrollo de

datos Hocientíficos



Comunidad
de usuarios

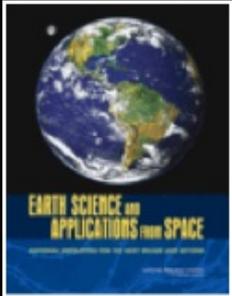


Desarrolladores
de datos
científicos



¡Te dije que no era fácil de usar!

Aplicaciones de SMAP



Informe del US National Research Council: “Earth Science and Applications from Space: National Imperatives for the next Decade and Beyond”

SMAP es una de las cuatro misiones recomendadas por el informe decenal “Decadal Survey” de la NRC para lanzarse entre 2010-2013



Fase 1: Lanzamiento entre 2010–2013

Soil Moisture Active Passive (SMAP)

ICESAT II

DESDynI

CLARREO

Fase 2: Lanzamiento entre 2013–2016

SWOT

HYSPIRI

ASCENDS

GEO-CAFE

ACE

Fase 3: Lanzamiento entre 2016–2020

LIST

PATH

GRACE-II

SCLP

GACM

3D-WINDS

La misión de SMAP es parte de la primera fase recomendada por el “National Research Council (NRC) Earth Science Decadal Survey” de 2007*

La incorporación de aplicaciones a los planes de la misión no es opcional, sino que es

- 1) Requerida por el Congreso con el Acto de autorización de la NASA
- 2) Recomendada como requisito por el National Research Council.
- 3) Componente crítico de las actividades de ciencias aplicadas de SMAP y
- 4) Considerada una métrica del éxito de la misión

*Consejo Nacional de Investigación

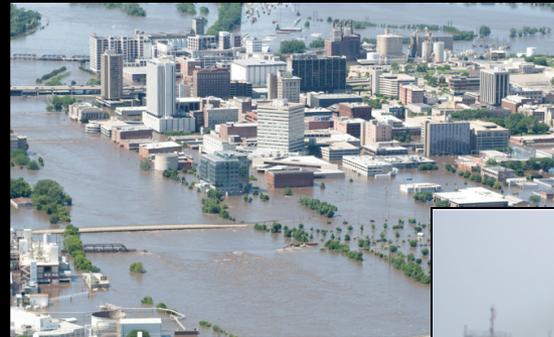
¿Qué es una aplicación?

Las **aplicaciones** son el nombre que se les da a los usos innovativos de productos de datos de una misión en actividades relacionadas con la toma de decisiones para el beneficio de la sociedad.

La **investigación de aplicaciones** aportará conocimiento fundamental sobre cómo los productos de datos de una misión pueden ser escalados e integrados a las prácticas, y actividades empresariales y gestionales de los usuarios para mejorar la toma de decisiones.

La **Comunidad de usuarios** incluye

- individuos o grupos
- sector público o privado
- organizaciones nacionales o internacionales
- toma de decisiones en escala local hasta global



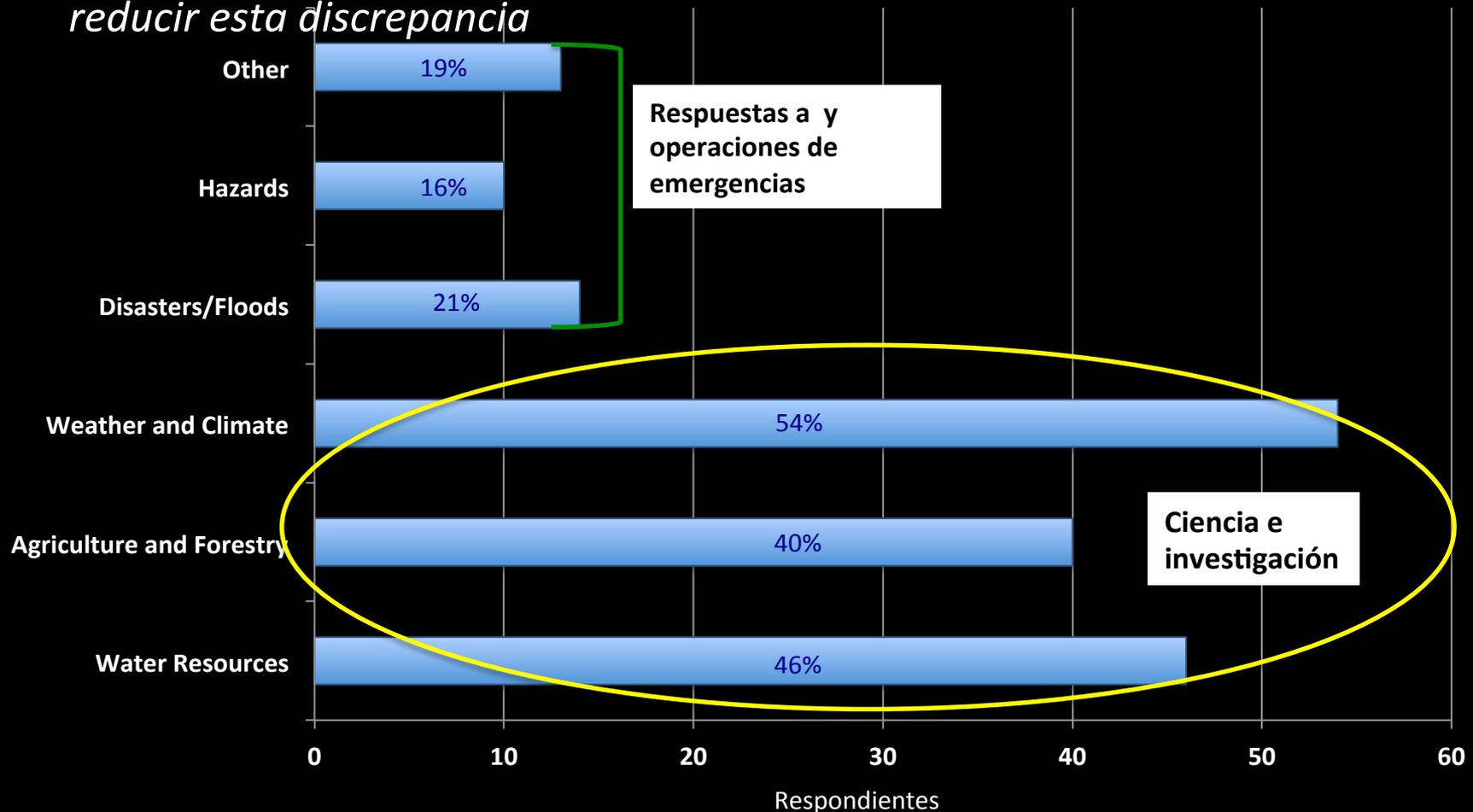
Evaluación de la comunidad de SMAP Encuesta realizada en 2012

Los resultados muestran que la comunidad de usuarios de SMAP tenía:

- Una brecha entre la investigación y las aplicaciones de políticas
- Un alto valor percibido de la humedad del suelo
- Incertidumbre en cuanto a cómo las observaciones terrestres serán escaladas a los datos remotamente percibidos
- Dónde acceder a datos parecidos a los de SMAP

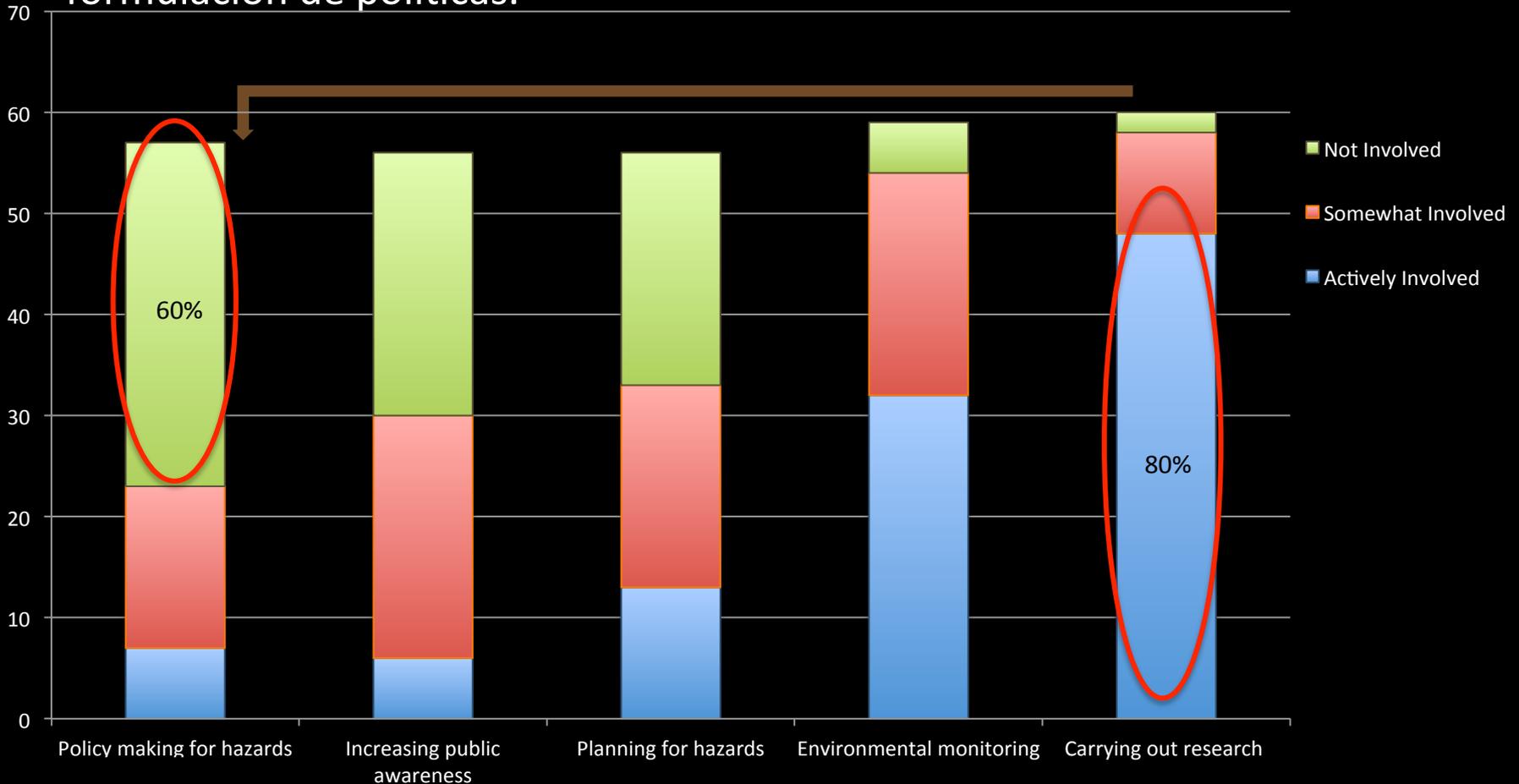
Las aplicaciones se enfocarán en reducir discrepancias

- Los resultados muestran que la mayoría de los usuarios asociados con SMAP son usuarios investigativos o científicos.
- Los usuarios operacionales están poco representados. *Nuestra meta es reducir esta discrepancia*



De la ciencia a la acción

- Existe la necesidad clara de facilitar el movimiento de la investigación a la formulación de políticas.

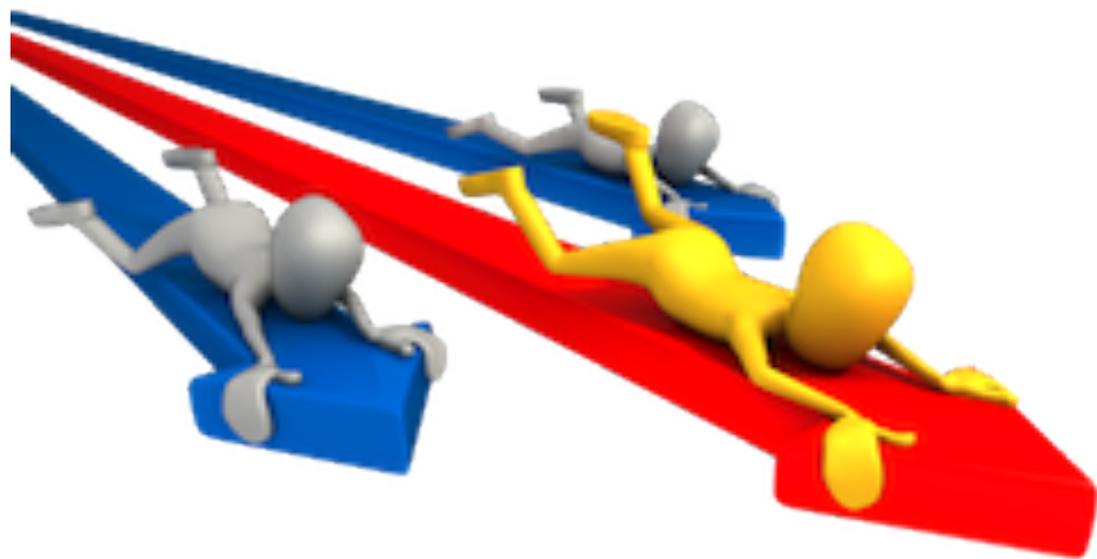


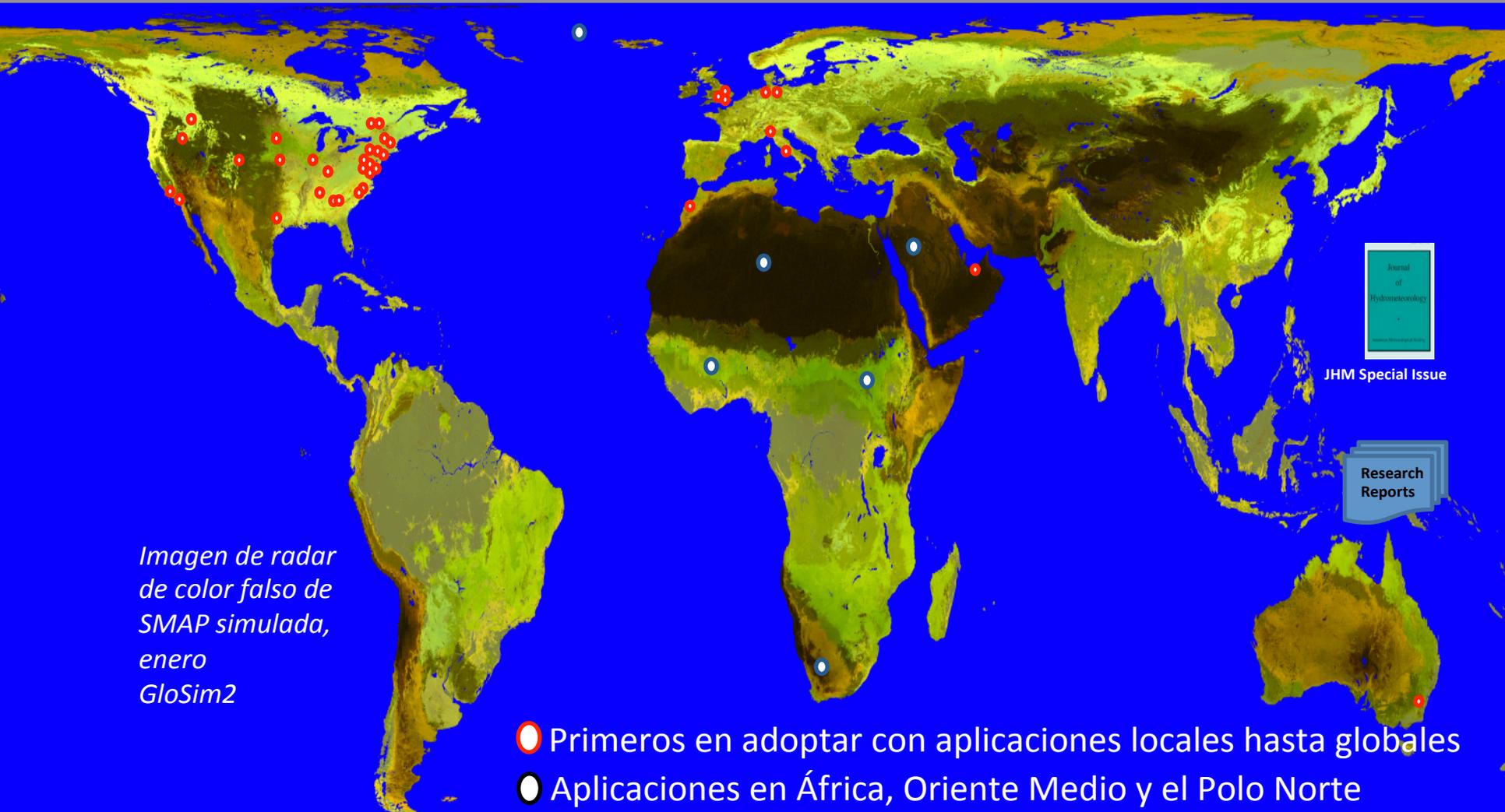




Primeros en adoptar

- Los primeros en adoptar (Early Adopters en inglés o EA por sus siglas) son un subconjunto de la comunidad de usuarios de la misión.
- El programa EA es un esfuerzo voluntario que vincula a los EA al equipo científico de SMAP para intercambiar ideas, orientación y retroalimentación con la finalidad de entender las aplicaciones de los datos de SMAP





*Imagen de radar
de color falso de
SMAP simulada,
enero
GloSim2*

- Primeros en adoptar con aplicaciones locales hasta globales
- Aplicaciones en África, Oriente Medio y el Polo Norte



JHM Special Issue



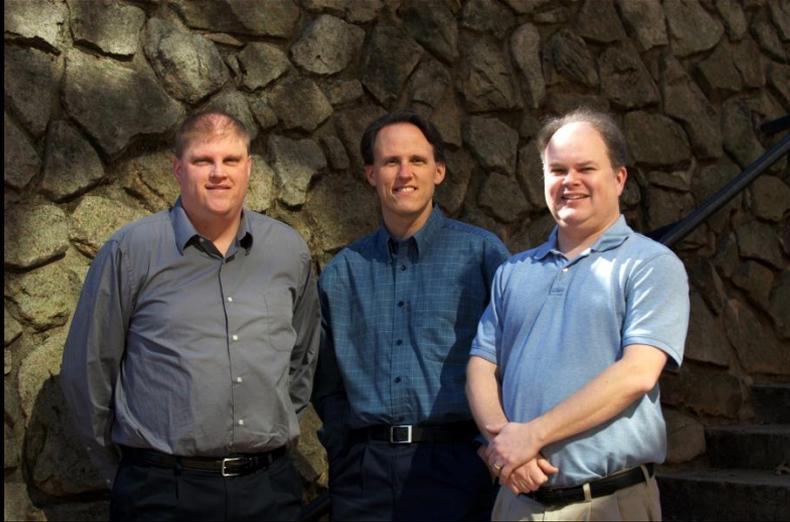
Research
Reports



Los primeros en adoptar SMAP abarcan la agricultura, meteorología, respuestas a emergencias, salud humana y preparación militar



Programa de Primeros en adoptar de SMAP



- Short-term Prediction Research and Transition (SPoRT)
- El programa se empeña en asimilar observaciones de SMAP en productos de modelos de la superficie terrestre en tiempo real de alta resolución para apoyar a los usuarios del National Weather Service
- Bradley Zavodsky (NASA/MSFC), Jonathan Case (ENSCO, Inc.), Dr. Clay Blankenship (USRA)



- NASA National Snow and Ice Data Center (NSIDC) Distributed Active Archive Center (DAAC)
- Siri Jodha Khalsa, Amanda Leon, Karla LeFevre, Shannon Leslie y Mike Laxer,



¿Quiénes son los “Early Adopters”?



Ejercito de EEUU: “Al hablar de la humedad del suelo, se habla de la movilidad o de la seguridad hidrológica.”

Centro nacional de mitigación de sequías: “A medida que vayamos recibiendo estos datos en una resolución más alta, cubriendo el país entero, vamos a poder hacer mejor nuestros trabajos.”



NASS: “Potencialmente, esto podría llegar a ser una medida que ahorre muchos costos para nuestra organización.”



NOAA: “Hay numerosas condiciones de la superficie que necesitamos saber. Y la humedad del suelo es probablemente una de las más importantes..”

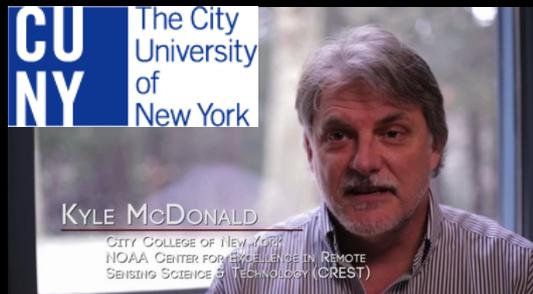
video en smap.jpl.nasa.gov, publicaciones en journals.ametsoc.org/page/smap

¿Quiénes son los “Early Adopters”?



Universidad de Columbia: “[SMAP] no sólo protegerá las vidas, sino también las formas de ganarse la vida, de las poblaciones rurales vulnerables a los impactos de las sequías e inundaciones.”

AER: “SMAP va a tener una capacidad de resolver más detalles en eventos de inundación de manera más puntual. Esto es importante para la gestión de desastres...”



CUNY: “Estamos viendo la calidad y la cantidad de agua disponible para la ciudad de Nueva York.”

“Early Adopters” Post-lanzamiento

Temáticas de aplicaciones de la misión de SMAP	
Tiempo y pronósticos (5 EAs)	Productividad agrícola (11 EAs)
Sequías (9 EAs)	Salud humana (5 EAs)
Inundaciones (7 EAs)	Seguridad/mobilidad nacional (3 EAs)
Carbono (1 EA)	
Temáticas de aplicaciones de la misión de SMAP Expandidas por los EAs	
Seguridad nacional-hielo marino (5 EAs)	Apoyo a decisiones/Herramientas de comunicación (6 EAs)

- Total de **52 Early Adopters** para la misión de SMAP
- La investigación y colaboración entre el equipo científico de SMAP y las organizaciones EA continuará con cada EA para brindar métricas claras y un análisis del valor de datos de humedad del suelo o de hielo/deshielo en sus aplicaciones.
 - Estudio de caso de cada EA por categoría
- A los EA se les da la oportunidad de solicitar acceso a productos pre-lanzamiento beta para sus investigaciones por medio de un pedido formal al equipo de aplicaciones de SMAP

SMAP- Muestras de aplicaciones

Inundaciones

Aplicación global de la humedad del suelo para inundaciones

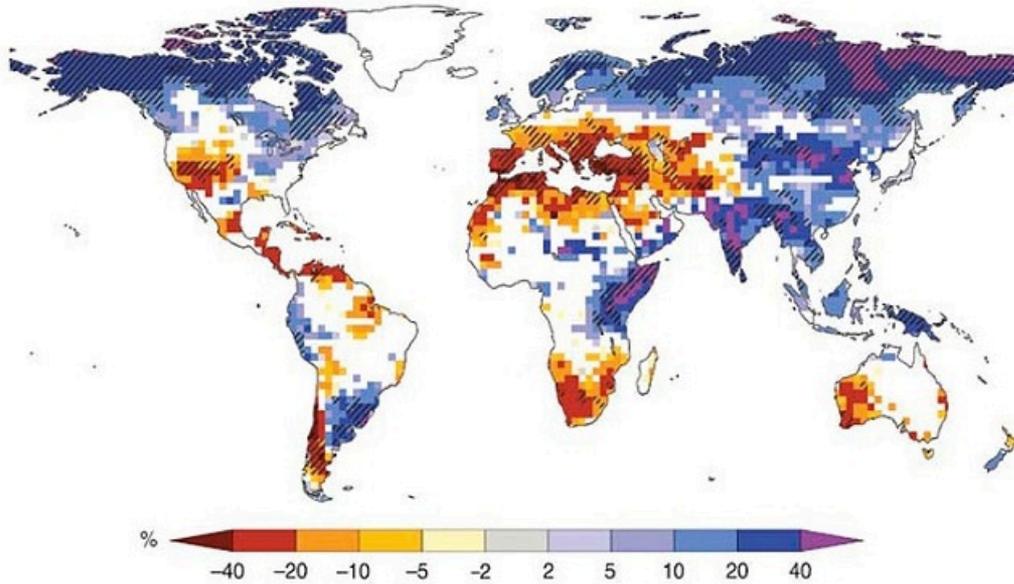
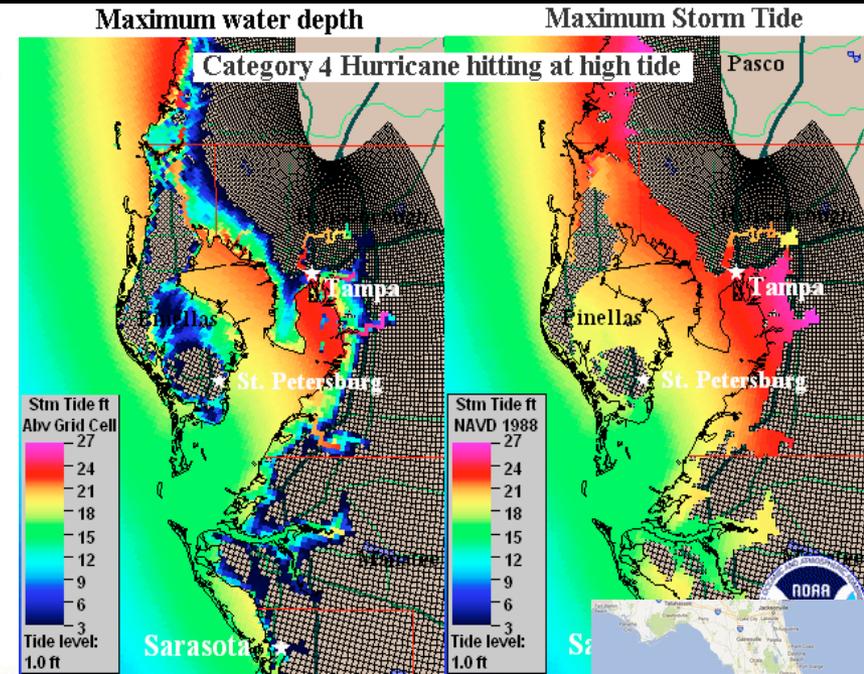
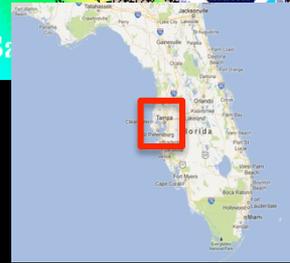


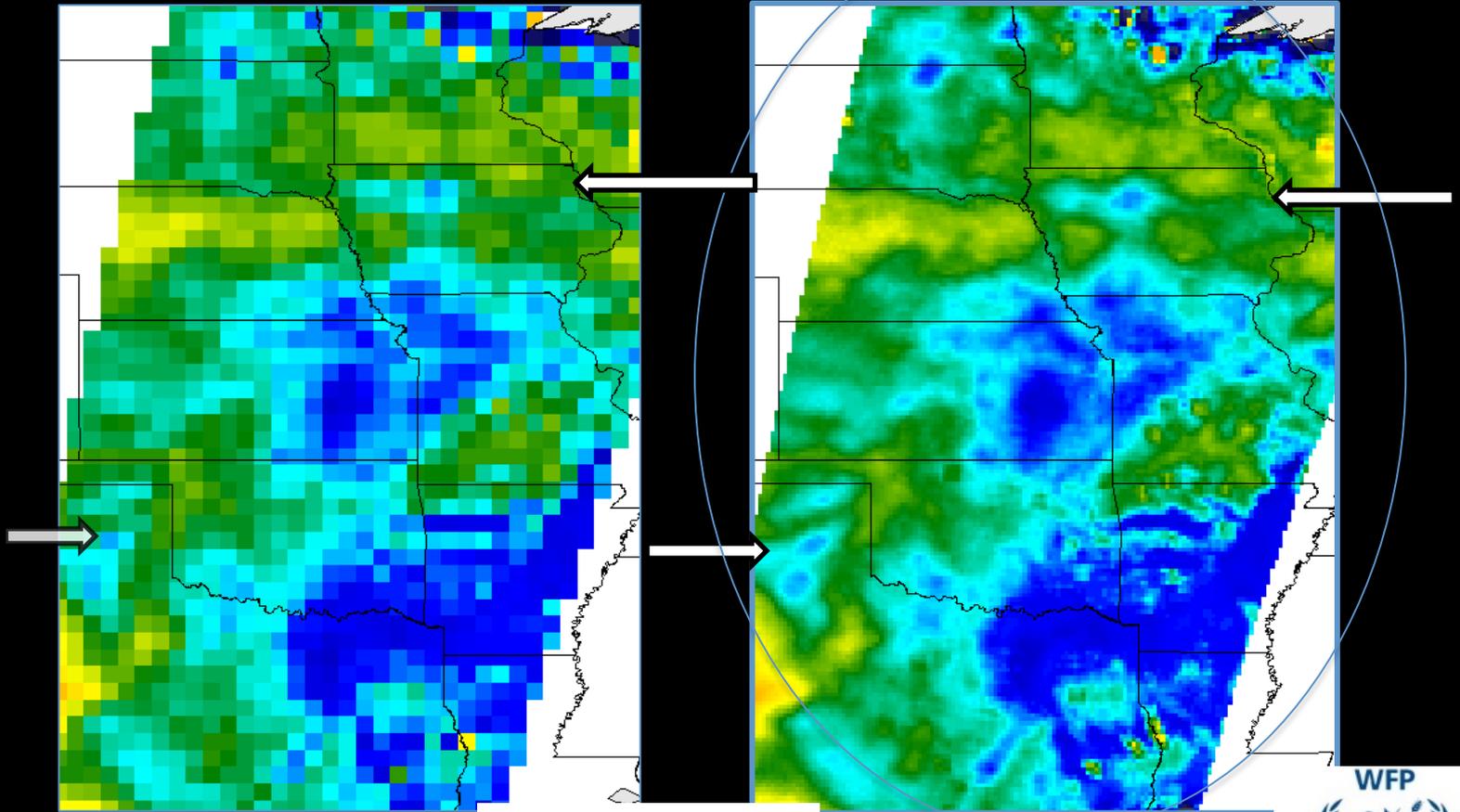
Figure 10.18 Runoff model projections of large-scale relative changes in annual runoff for the period 2090-2099 relative to 1980-1999. Courtesy IPCC



- Evaluar modelos de escorrentía de escala global con modelos climáticos.
- Evaluar situaciones a escala global usando datos de la humedad del suelo.
- Evaluar la escala de los datos necesarios para la toma de decisiones.



Mejorar cómo nos comunicamos con los practicantes



StormCenter
COMMUNICATIONS, INC.

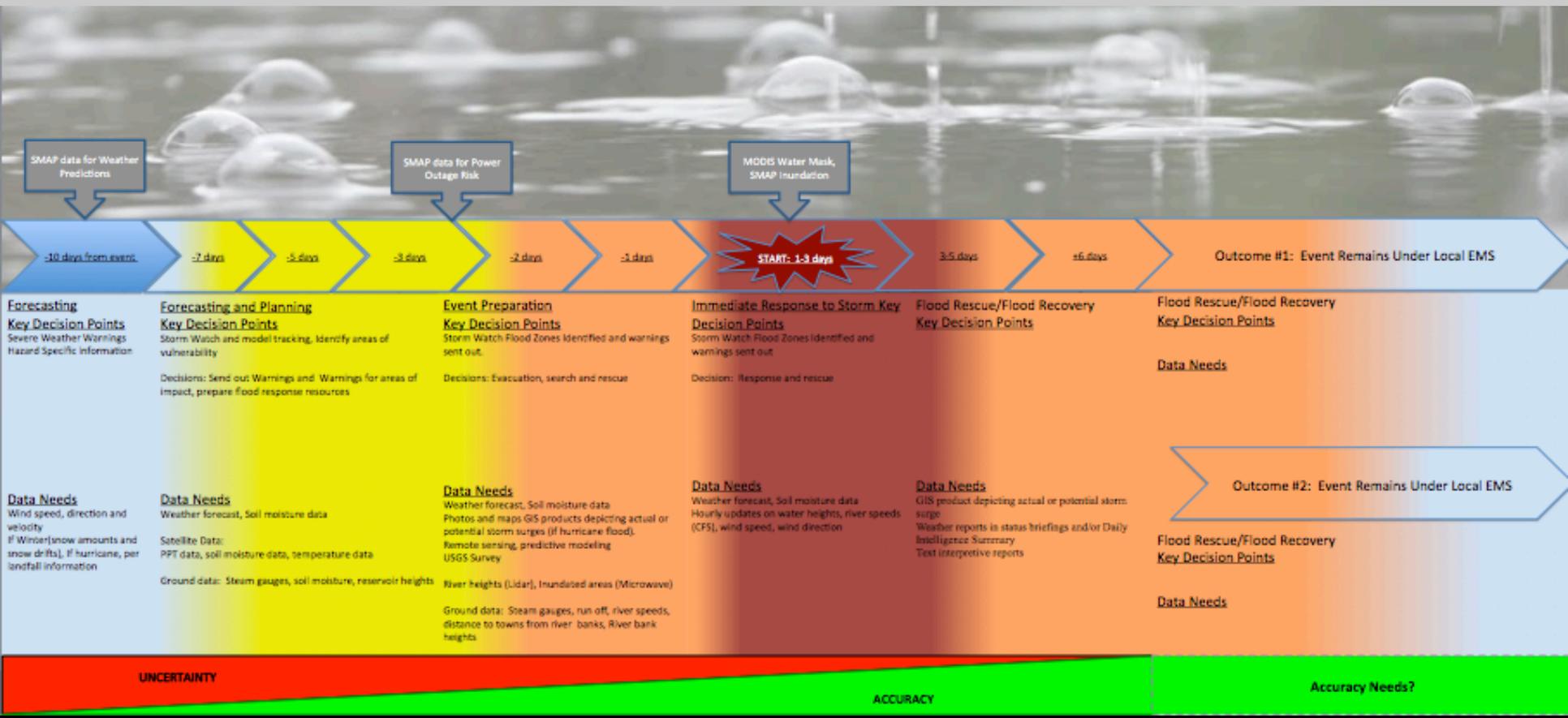
Google



Willis



Cronograma de decisiones/datos de planificación y respuesta a inundaciones en EEUU





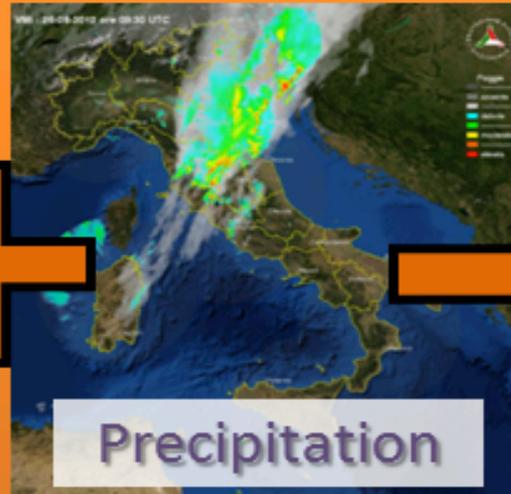
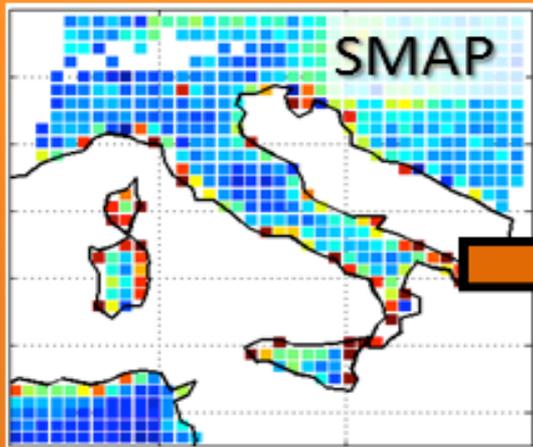
Mitigación de inundaciones en Italia central



Instituto de investigación para la protección geohidrológica, Luca Brocca

NATIONAL SCALE FLOOD WARNING SYSTEM

3



Integración de observaciones de la humedad del suelo de SMAP y aquellas de la precipitación a nivel del suelo para la emisión de alertas de inundaciones (y derrumbes) a escala nacional.



Predicción de apagones de luz en huracanes

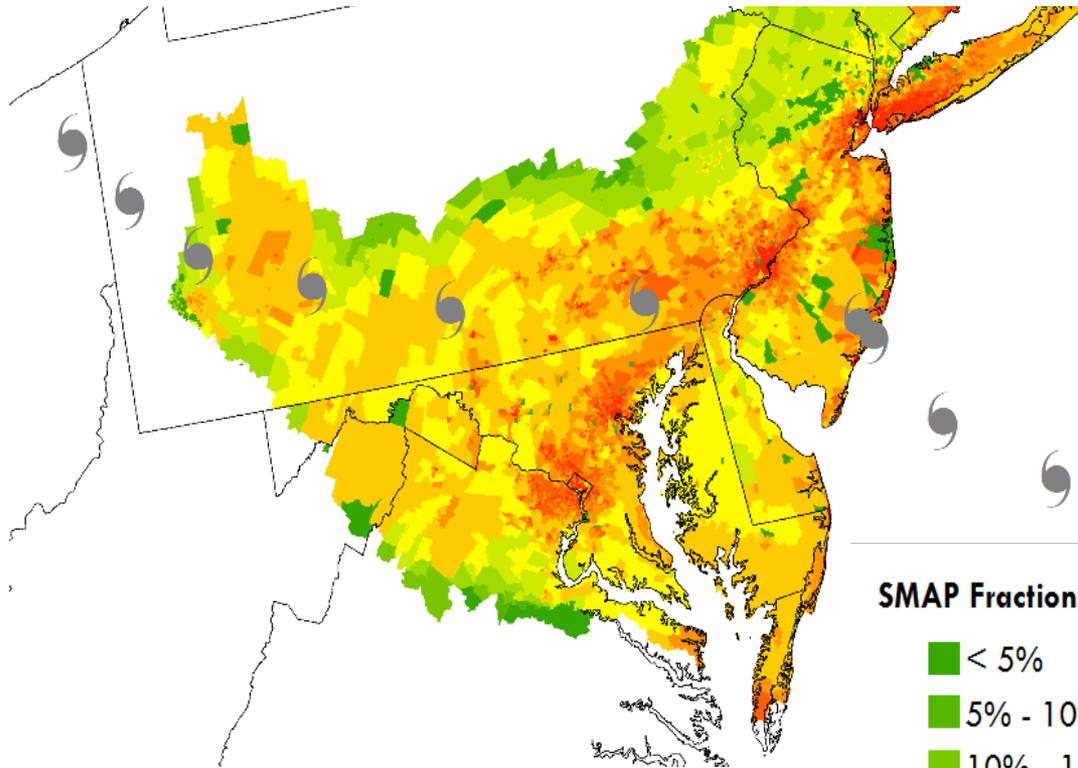


Universidad agrícola y mecánica de Tejas, Brent McRobert, Steven Quiring

Predicción de apagones de luz para campos de arena ventosos

Con humedad del suelo de modelos: 15,989,091 personas afectadas

Con humedad del suelo de SMAP: 16,327,051 personas afectadas



Las predicciones de apagones son sensibles a la humedad del suelo.

El uso de datos de SMAP ha tenido un impacto significativo sobre las predicciones de personas afectadas por apagones.

SMAP Fraction of Outages Predicted

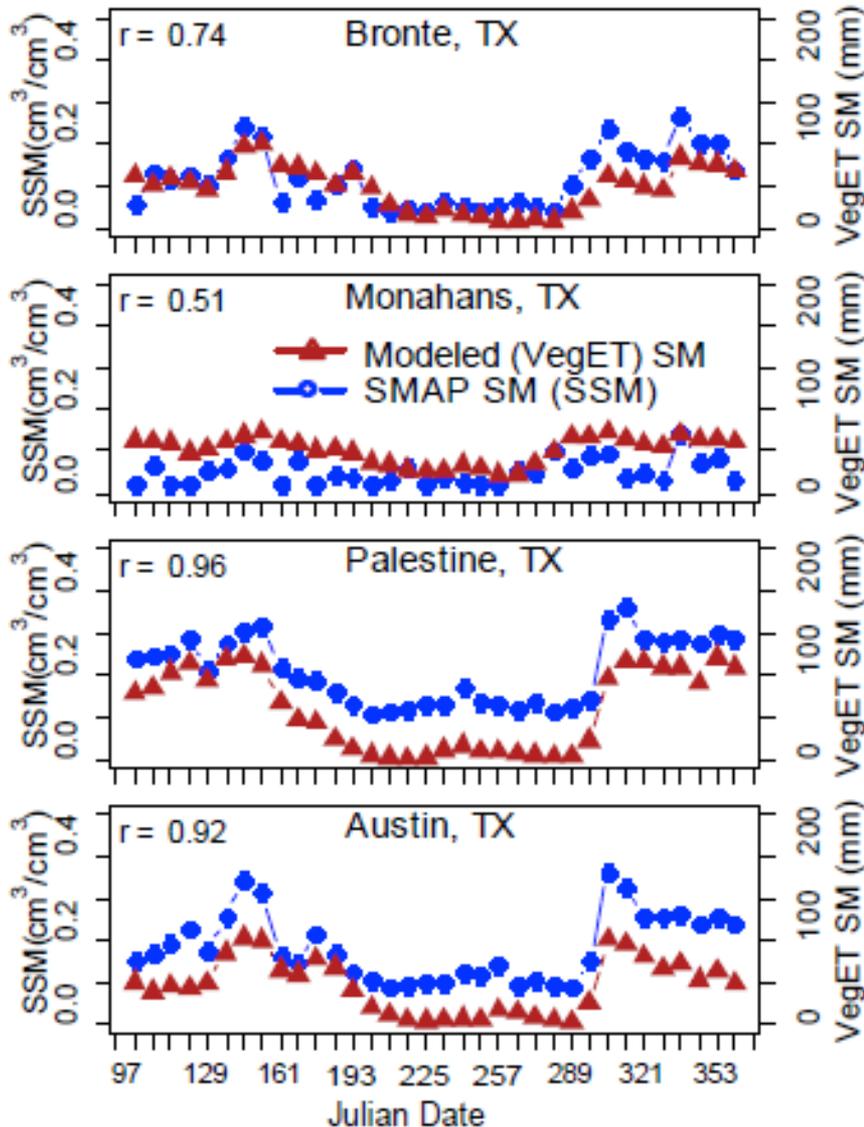


Sequías



Monitoreo de sequías

Servicio geológico de EEUU, *Manohar Velpuri, Jeff Morissette*



El USGS realiza el monitoreo en áreas dominadas por pastizales y pajonales.

SMAP muestra una respuesta confinable y esperada de capturar las dinámicas estacionales de la humedad del suelo relativo a la precipitación temperatura terrestre superficial y evapotranspiración.



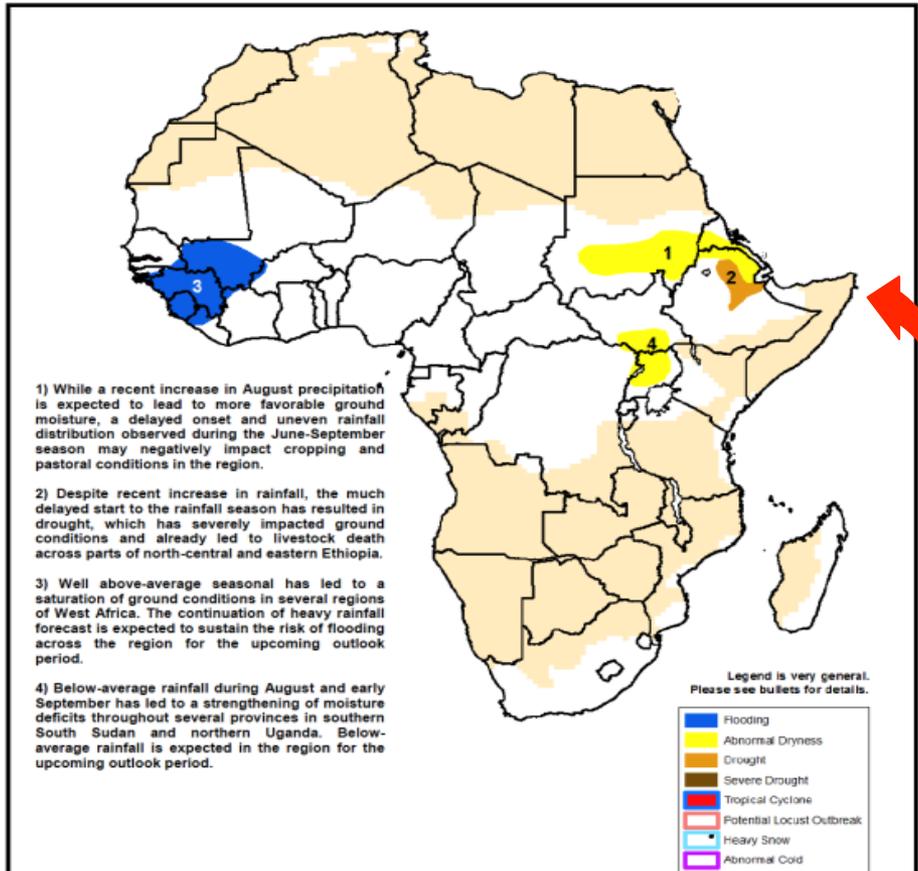
Famine Early Warning System (FEWS)* en África

*Sistema de alerta temprana de hambruna



USGS & UC Santa Barbara, Chris Funk, Amy McNally y James Verdin

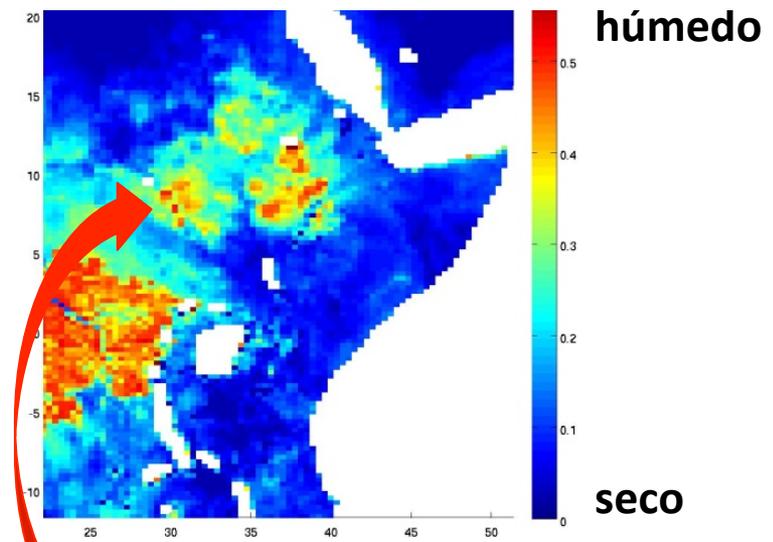
Pronóstico de peligros para África del Climate Prediction Center 24-30 de septiembre 2015



FEWS informa sequía en Etiopía pero lluvias sobre el promedio en septiembre.

Se presentarán imágenes de SMAP a analistas del FEWS para mejorar los pronósticos de hambrunas

Inundación en septiembre en África Oriental capturada por imágenes regionales de SMAP de N-3 (10-18 de septiembre).



SMAP ve suelo moderadamente-a-muy húmedo

Mejorando los mapas de riesgo de incendios forestales

Centro de expertos de Barcelona, ICM/CSIC, UPC, María Piles

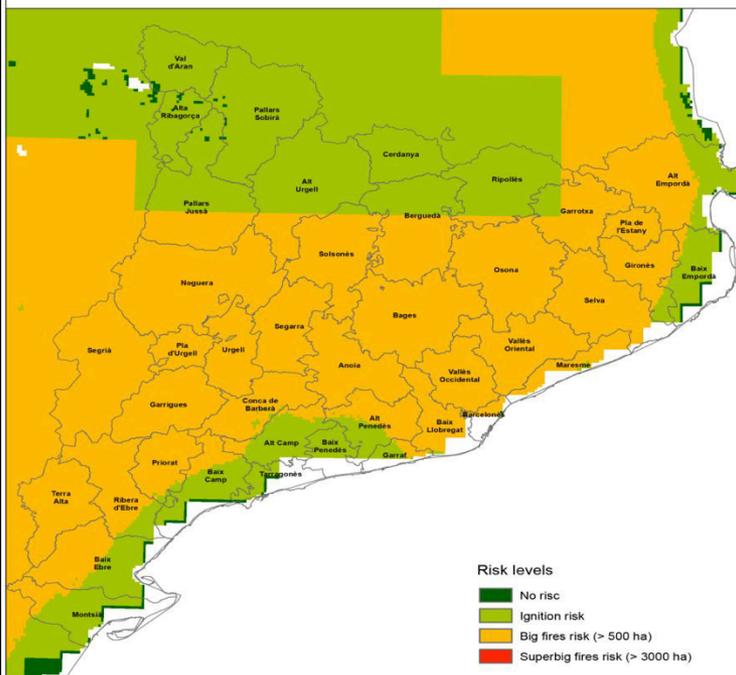
El Centro de expertos de Barcelona ofrece acceso gratuito a mapas de riesgo de incendios.

Mapa mostrando 5 categorías de riesgo basadas en productos de modelos y de la humedad del suelo de SMAP

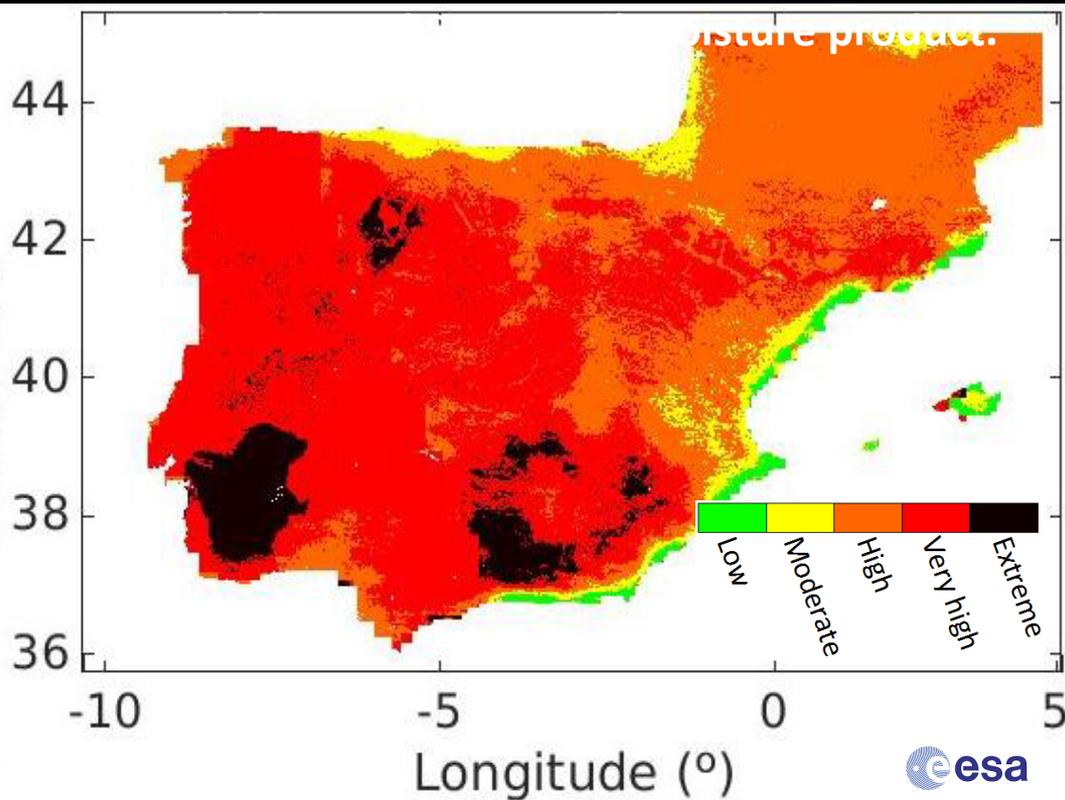
FIRE RISK MAP USING SOIL MOISTURE DATA

24/06/15

Fire risk map using soil moisture data from downscaling images at 1 Km resolution of SMOS. Source: SMOS Barcelona Expert Centre



Risk levels
No risk
Ignition risk
Big fires risk (> 500 ha)
Superbig fires risk (> 3000 ha)



moisture product.

Low Moderate High Very high Extreme

Herramientas de apoyo para decisiones



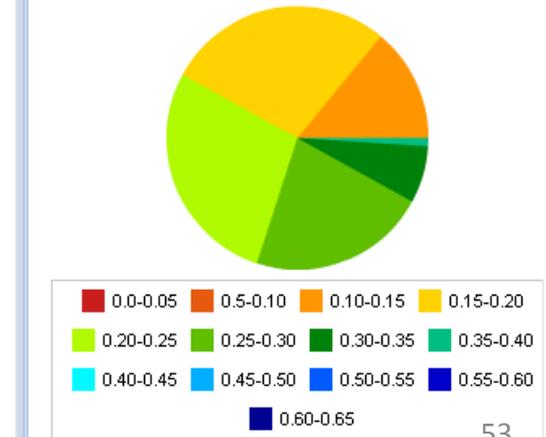
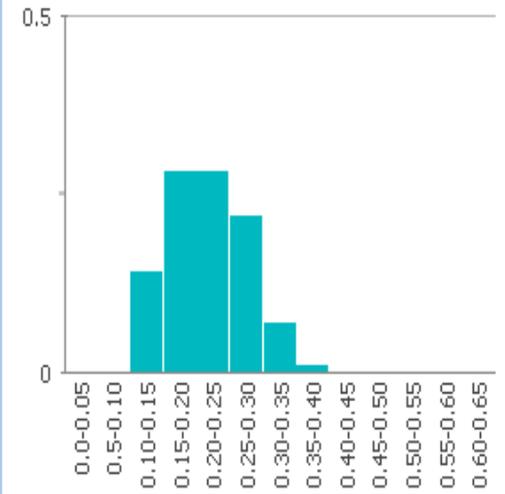
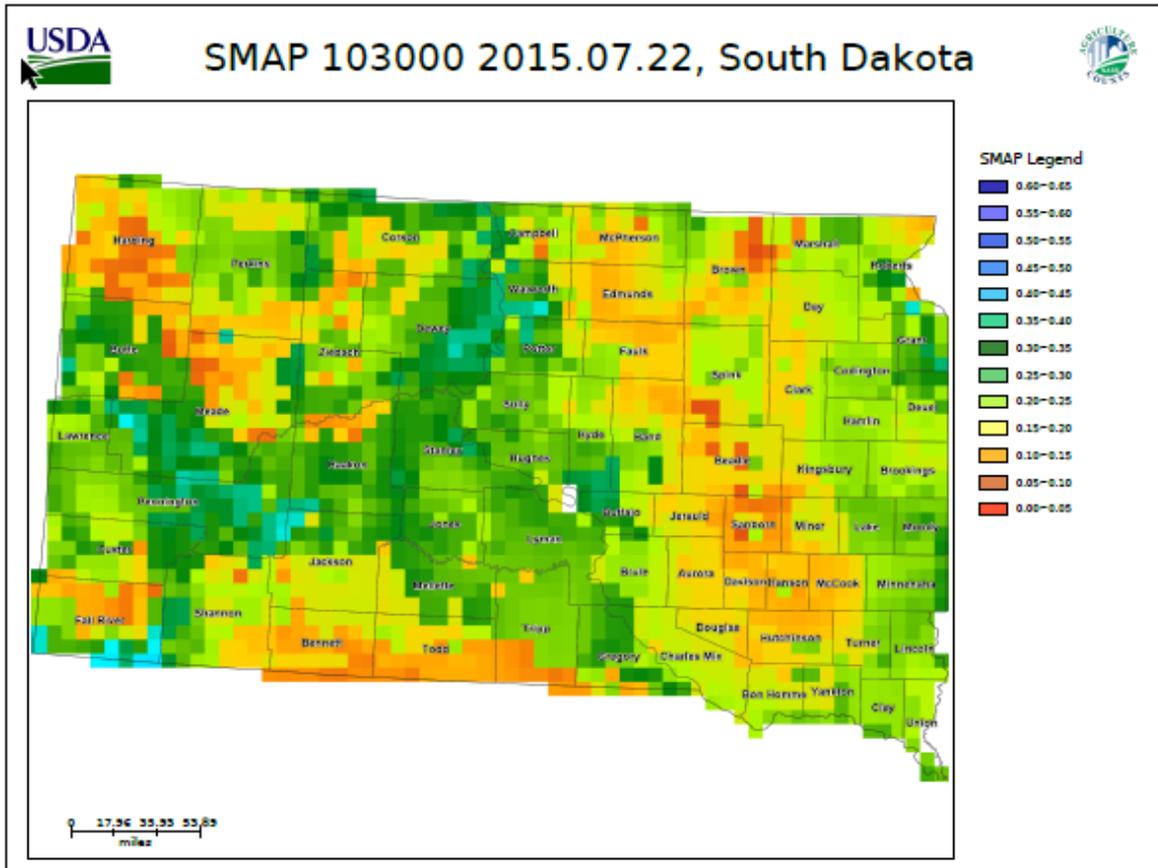
Informe de condiciones de cultivos del Dpto. de agricultura de EEUU



USDA National Agricultural Statistics Service, Zhengwei Yang, Rick Mueller

USDA NASS VegScape- herramienta de visualización, analítica y disseminación

Estadísticas de la humedad del suelo para Dakota del Sur 2015.07.22



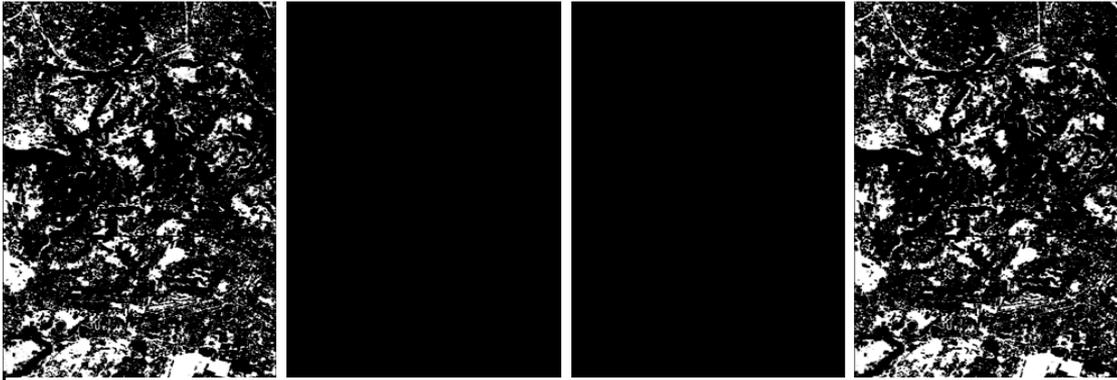


Movilidad de vehiculos militares



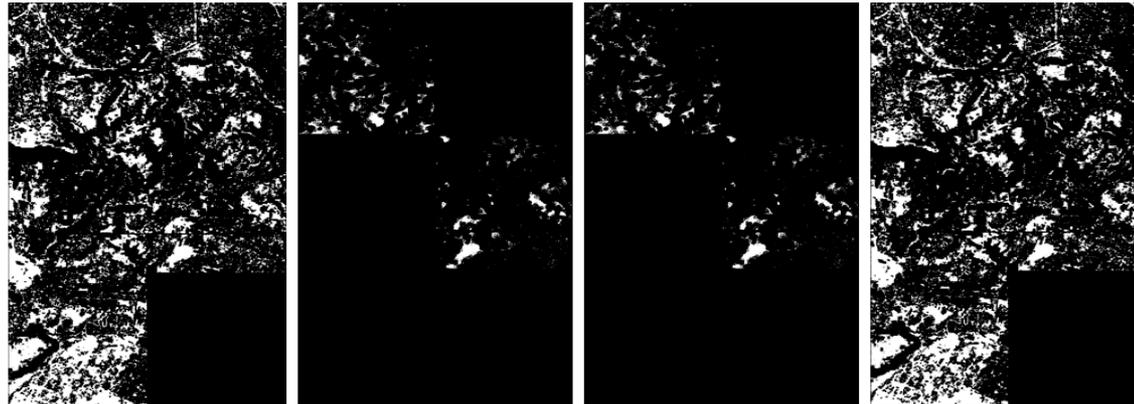
Lockheed Martin, *Derek Ward*

Mapa de movilidad **sin usar** SMAP data,
Suponiendo el 30% de saturación del suelo



Lo blanco denota áreas identificadas como transitables para cuatro tipos de vehículos.

Mapa de movilidad **usando** datos de SMAP,
Con una continuidad de información de la humedad del suelo



*Con SMAP, podemos predecir mejor la movilidad de vehículos en **Indonesia Central**.*

El modelo de movilidad de referencia de la OTAN es la base para los cálculos.

HumVee

ATV

Camión de Transporte

Camión ligero



Plataforma de análisis de Google Earth Engine



Google Technology Company, Tyler Erickson, Rebecca Moore

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, the browser address bar shows the URL `https://code.earthengine.google.com`. The main interface is divided into several panels:

- Scripts Panel:** Shows a script named `sample_reprojected_to_4326` with the following code:

```
1 Map.addLayer(  
2   sample_L3,  
3   {min:0, max:0.5, palette:'red,yellow,green,blue'},  
4   'sample_L3'  
5 );
```
- Inspector Panel:** Displays the output of the script, showing a point at coordinates `(-4.75, 9.62)` with a value of `0.22196854650974274` for the `sample_L3` band.
- Map Panel:** Shows a global map with a color-coded overlay representing soil moisture data. The map uses a red-to-blue color scale, with red indicating higher moisture and blue indicating lower moisture. The map is centered on the Atlantic Ocean, showing data across North America, South America, Europe, and Africa.

Captura de pantalla de un producto de datos de humedad del suelo de SMAP de N3 dentro de la plataforma Earth Engine

Las aplicaciones conectan las aplicaciones científicas y las de la sociedad por medio de las EAs



¿Qué está pasando ahora?

Estudios de caso

- Estudio de caso: un “proyecto ejemplo” que puede demostrar impacto tanto para la ciencia como para la sociedad.
- Preguntamos: *¿Cómo se usan los productos científicos de SMAP en los sistemas de toma de decisiones y cómo afecta el rendimiento del sistema el torrente de nuevos datos?*
 - 1 estudio de caso por categoría de aplicación de la misión de SMAP para 2018.
 - (Tiempo, sequía, inundaciones, agricultura, salud y seguridad nacional)
- *Actualmente intentando entender los impactos sobre la sociedad de los EAs involucrados en la meteorología, la agricultura, inundaciones y sequías.*

Retroalimentación de los EAs

- Servicios de datos mejorados para DAACs
- Tutoriales y cursos presenciales de SMAP
- Formatos y contextos mejorados para hacer crecer la comunidad
- Informar y guiar futura misión en programas de aplicaciones
- Informar nuevas misiones de encuestas deceniales (Programa de EAs ya avanzando en la NASA)
- Productos y oportunidades de misiones conjuntas
- Usuarios comerciales para datos de SMAP
- Documento de lecciones aprendidas para oficina central de la NASA
- Impactos de datos para aplicaciones para la sociedad— una necesidad de **estudios de caso**

Estrategias y eventos de aplicaciones

- Talleres y reuniones
- Traslado científico para aplicaciones específicas
- Interconexión e identificación de oportunidades sinérgicas antes y después de lanzamiento.
- Sesiones de enfoque temático auspiciadas por nuestros usuarios para resaltar sus usos y necesidades.
- Realizar tutoriales de datos para educar sobre aplicaciones de la misión y ofrecer oportunidades prácticas de trabajar con los datos.
- El “Early Adopter Program”

Tema común: Forjar relaciones, aprovechar de capacidades y enfrentar retos lo más pronto posible.

Esfuerzo en equipo para interactuar con usuarios de SMAP



Las aplicaciones de SMAP
comenzaron en 2009

Peggy O'Neill, Vanessa Escobar,
NASA GSFC

Simon Yueh, Seungbum Kim, Erika
Podest, Narendra Das, Steven
Chan, Eni Njoku, **NASA JPL**

Amanda Leon, **NASA NSIDC DAAC**

Susan Moran, Wade Crow y Tom
Jackson, **USDA**

¡Gracias por su atención!

¿Preguntas?



También me pueden escribir: vanessa.escobar@nasa.gov